干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

doi:10.12118/j.issn.1000－6060.2019.02.24

基于改进 TOPSIS 法的兰州市土地利用多功能性评价①

张一达[1]， 刘学录[2]， 范亚红[3]， 刘永康[1]

（1 甘肃农业大学管理学院，甘肃 兰州 730070； 2 甘肃农业大学资源与环境学院，甘肃 兰州 730070；
3 首都经济贸易大学城市经济与管理学院，北京 100070）

摘 要： 运用改进 TOPSIS 法对兰州市 1995—2015 年土地利用多功能及功能障碍度进行评价，以阐明基于可持续利用的兰州市土地利用多功能时序变化特征与规律。结果表明：（1）兰州市土地利用总功能呈现不断上升态势，功能协调性经历先下降后上升，功能日趋多元化，功能重心由社会功能变为经济功能。（2）经济和社会功能均进入快速提升阶段，而生态功能经历不断下降后缓慢上升过程。（3）经济和社会功能障碍度随时间均在下降，而生态功能障碍度不断上升，并且成为障碍度最大的土地功能。兰州市今后应重点提升生态功能，关注经济、社会功能中的短板单项功能——农业生产和文化休闲功能，提高土地利用功能间协调性，实现土地多功能利用和可持续发展。

关 键 词： 土地利用；土地利用多功能性；改进 TOPSIS 法；障碍度；兰州市

文章编号： 1000－6060(2019)02－0444－08(0444～0451)

随着城市化进程持续加快，建设用地扩展和耕地不断减少的矛盾日趋激烈[1]，土地资源供给短缺成为经济社会可持续发展的主要障碍，高效利用土地资源已成为可持续发展的关键[2]。随着土地利用研究的深入，人们对土地利用格局的关注逐渐转变为土地利用多功能性变化及可持续性的研究。土地的生产、社会、生态功能综合协调利用能够极大促进发展的可持续性。因此，土地多功能利用成为高效利用土地和实现可持续发展的新思路[3]。

多功能性概念最早来自于农业领域，20 世纪 90 年代后期，这一概念逐渐被林业、生态和景观等研究领域所采纳[4]。2004 年全球土地计划支持的可持续评价组织 SENSOR 项目中首次提出土地多功能利用概念，并建立了政策、土地多功能和区域可持续发展的分析框架[5]。自此，土地多功能利用在国内外受到了广泛的关注，并取得了丰硕的成果。国外学者 GROOT 通过对土地利用功能进行分类，定量地分析了土地利用规划中的土地冲突问题[6]。HELMING 等分析了欧洲 CAP 政策驱动下土地利用多功能的变化[7]。而国内学者甄霖等构建了土地多功能利用研究的概念框架，并以此分析了我国土地利用的多功能性[8]；陈睿山等在分析土地功能内涵和土地利用、土地覆盖关系基础上，提出了基于多功能性的土地系统可持续性评价的步骤[3]；张路路等[9-10]和王枫等[11]等分别引入全排列多边形指示指标法、灰色关联投影法等方法来探究不同尺度下的土地利用多功能性变化；杜国明等采用灰色关联度模型、障碍度模型等研究了土地利用多功能性的影响因素[12]。但由于我国土地多功能利用研究总体处于起步阶段，理论体系和研究方法仍不完善，并且还存在一些研究不足的问题，如：研究区多关注于中东部，对西部地区研究甚少；指标权重多采用专家评分法、层次分析法等主观赋权，缺乏客观性。因此，本文在构建经济、社会、生态三维指标体系基础上，引入改进的 TOPSIS 法对土地利用多功能性进行评价。该方法的熵值确权法基于指标本身信息确定权重，减少了主观性，并且该方法对指标数量、数据分布没有严格限制，具有计算简便、应用性强的特点。通过对西部地区兰州市 1995—2015 年的土地利用多功能性进行评价的同时，探索兰州市土地多

① 收稿日期：2018－03－09； 修订日期：2018－06－24
基金项目：生态脆弱区的土地利用与生态安全研究（GSAN－ZL－2015－045）
作者简介：张一达（1992－），男，河北石家庄人，硕士研究生，研究方向为土地利用多功能及可持续研究. E-mail：1468669764@qq.com
通讯作者：刘学录（1966－），男，甘肃天水人，教授，博士生导师，主要从事土地利用管理和景观生态学研究. E-mail：liuxl@gsau.edu.cn

功能性时序变化特征规律及制约因素,为提高兰州市土地利用效率、协调生态经济发展提供参考。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

兰州市是甘肃省省会,丝绸之路经济带重要的节点城市,辐射宁、青、陕等省份。自国家 2000 年实施西部大开发以来,兰州市经济迅速发展。兰州市 GDP 由 2000 年 309×10^8 元增长到 2015 年 $2\ 095\times10^8$ 元,年均增长率达到 13.6%。人口由 290×10^4 人增至 322×10^4 人,非农业人口从 54.9% 增至 66.5%。在社会经济快速发展过程中,兰州市土地利用发生了剧烈变化,建设用地迅速增加,但由于地形地势原因,空间向外扩展受到极大限制,导致耕地和牧草地面积不断减少,由此引发的生态环境问题日益严重。因此,对兰州市土地利用多功能进行研究具有西部区域研究的典型性。

1.2 数据来源

本研究大部分数据直接来自 1995—2015 年的《兰州市统计年鉴》。自然保护区比例和 SO_2 年平均浓度来自《兰州市环境状况通报》,废水排放强度和水资源总量来自《甘肃省水资源公报》,另外有些数据需要通过计算得到。

1.3 研究方法

1.3.1 土地功能类型划分 土地利用功能即不同的土地利用方式所提供的产品和服务[13]。GROOT 认为土地应有社会、经济、生态环境 3 大功能[6]。李广东等认为土地功能有生态、生活、生产 3 大功能[14]。本文在前人土地功能类型划分的基础上,结合兰州市的实际情况将兰州市土地功能类型划分为经济、社会和生态 3 大功能。经济功能又包括经济发展、农业生产、交通 3 个单项功能。社会功能包括社会保障、就业、居住家园和文化休闲 4 大功能。生态功能包括资源供给、环境净化、生态维持 3 个单项功能。其中,经济功能即保持粮食生产、经济发展和城市交通设施供给的能力;社会功能即为实现社会稳定发展和人类福祉所能提供的就业、社会保障、栖息居住、休闲娱乐的能力;生态功能即自然能为人类社会提供生活生产所需的生态环境能力[11]。

1.3.2 构建评价指标体系 目前,由于土地利用多功能性评价的各功能和指标间的关系仍比较复杂和不明确,国内外专家目前没有形成统一的标准体系。本文在综合性、地域性、层次性、科学性、可行性的原则基础上,考虑到各地实际情况不同,增加以下 3 方面原则:(1) 侧重效益性指标,减少结构性指标,直接反映功能产出。如粮食单产、人均 GDP 等。(2) 侧重能反映人类福祉的指标。如人均城市道路面积、人均水资源等[15]。(3) 考虑可持续发展的要求,强调生态功能的重要性。最终形成 3 大功能、10 个单项功能的兰州市土地利用多功能性评价指标体系(表 1)。

1.3.3 土地利用多功能性测度与分析

(1) 土地利用多功能性测度

改进 TOPSIS 方法即熵值法和传统 TOPSIS 法

表 1 兰州市土地利用多功能评价指标体系

Tab. 1 Assessment indicator system of land use functions in Lanzhou City

	子目标层	准则层	指标层	权重
土地利用总功能	经济功能	农业生产功能	X1 粮食单产(+)	0.018
			X2 人均粮食拥有量(+)	0.013
			X3 土地垦殖率(+)	0.022
		经济发展功能	X4 经济密度(+)	0.063
			X5 人均 GDP(+)	0.187
		交通功能	X6 人均城市道路面积(+)	0.008
			X7 公路密度(+)	0.003
	社会功能	就业功能	X8 城镇登记失业率(-)	0.001
			X9 从业人口密度(+)	0.008
			X10 三产从业人员比重(+)	0.014
		社会保障功能	X11 城乡收入平衡指数(+)	0.017
			X12 千人拥有的卫生机构床位数(+)	0.006
			X13 农村人均居民收入(+)	0.056
		居住家园功能	X14 人口密度(+)	0.153
			X15 城镇人均居住面积(+)	0.038
			X16 人口城镇化率(+)	0.018
		文化休闲功能	X17 城市人均绿化面积(+)	0.052
			X18 建成区绿化覆盖率(+)	0.060
			X19 人均公共图书馆藏书册数(+)	0.054
	生态功能	资源供给功能	X20 人均水资源(+)	0.039
			X21 人均耕地面积(+)	0.085
			X22 人均猪牛羊肉占有量(+)	0.001
		环境净化功能	X23 废污水排放强度(-)	0.001
			X24 单位耕地化肥使用量(-)	0.001
			X25 SO_2 年平均浓度(-)	0.001
			X26 工业固体废物产生强度(-)	0.001
		环境维持功能	X27 自然保护区面积比例(+)	0.023
			X28 水土流失治理面积(+)	0.021
			X29 森林覆盖率(+)	0.036

结合,其特点如下:(1) 对指标数量、数据分布没有严格限制,既可用于小样本数据,也可用于多指标的大样本数据,既可用于横向(多单元之间)对比,也可用于纵向(不同年份)分析。(2) 熵值法能充分利用原始数据的信息,客观反映数据间的关系,排除人为主观因素的影响,最大程度地体现原始数据客观性。因此该方法能够克服以往土地利用多功能性研究权重确定偏主观的问题,从而更科学有效地对土地利用多功能性进行评价。具体步骤如下:

① 数据标准化。选用极差标准化法对原始数据进行标准化处理,使数据之间具有可比性。由此确定标准化数据矩阵 $A=(X_{ij})_{m\times n}$。

② 采用熵值法确定权重。首先对标准化数据来计算指标信息熵 e_j,然后利用得到的信息熵值求取各指标权重 w_j,由此得到指标权重 $w_j=(w_1,w_2,\cdots,w_n)$。

③ 构造加权决策矩阵 $V=w_j\times x_{ij}$。

④ 构造正负理想解方案。由加权决策方案得出正理想解 $V^+=(V_1^+,V_2^+,\cdots,V_n^+)$,负理想解 $V^-=(V_1^-,V_2^-,\cdots,V_n^-)$。

⑤ 计算距离。采用加权欧式距离来计算每个评价单元分别到正理想解的距离 D^+ 和负理想解的距离 D^-。

⑥ 计算各功能分值。由公式 $f_i=D_j^-/(D_j^+ + D_i^1)$ 得到土地利用功能值。f_j 越大,表示该功能水平越高,反之则该功能水平越低。

(2) 土地利用多功能性分析

采用功能变化动态度(d)测度不同时期土地利用功能的相对变化程度。

$$d=\left(f_{t+1}-f_t\right)\Big/f_t\times 100\% \qquad (1)$$

式中:f_{t+1}和f_t 分别为 $t+1$ 和 t 时期的功能值。

采用功能标准差(σ)测度土地利用功能值之间的差异,反映土地利用多功能协调性,σ 越小,土地利用多功能协调性越高;反之,σ 越大,土地利用多功能协调性越低。

$$\sigma=\sqrt{\sum\left(f-\bar{f}\right)^2\Big/N} \qquad (2)$$

式中:σ 为功能标准差;$\bar{f}$ 为功能值均值;N 为功能数。

采用功能变化优势度(S)表征某期间土地利用多功能变化的差异性。S 越大,期间土地利用多功能变化差异越大,土地利用越趋于单一化;反之,土地利用越趋于多元化。

$$S=\left|d\right|_{max}\Big/\sum\left|d\right| \qquad (3)$$

式中:S 为功能变化优势度;$\left|d\right|_{max}$ 为动态变化度绝对数最大值;$\sum\left|d\right|$ 为动态度绝对值之和。

2 结果与分析

2.1 土地利用功能总体变化分析

本文测算了 1995—2015 年兰州市土地利用多功能值(图 1),考虑到土地功能变化的阶段性和政策实施效果的时间性,以 5 a 为周期计算功能变化动态度(图 2)。土地利用总功能呈现增长态势,功能值由 1995 年 3.017 增至 2015 年 7.497。其经历了增长速度不断加快的过程,功能变化动态度依次为 5.3%、15.4%、17.9% 和 73.4%;经济功能首先经历小幅下降,由 1995 年 0.490 降至 2000 年 0.446,随后持续增长至2015年2.644,且增长速度

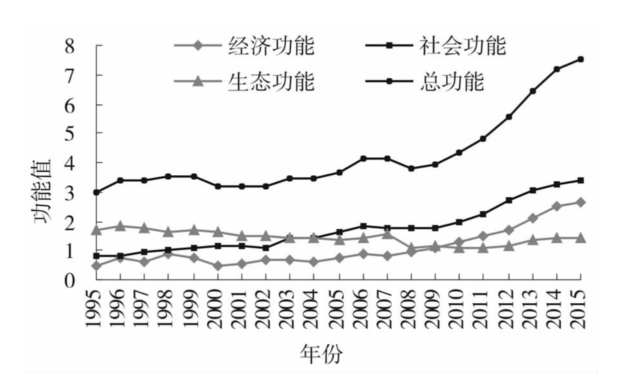


图 1 1995—2015 年兰州市土地利用多功能值

Fig. 1 Value of land use functions in Lanzhou from 1995 to 2015

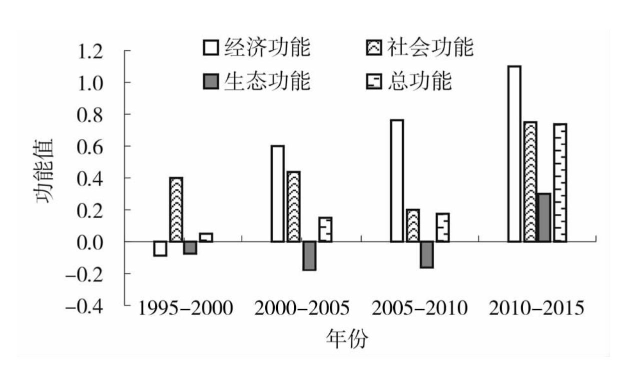


图 2 兰州市土地利用多功能变化动态度

Fig. 2 Dynamic degree of land use functions in Lanzhou

不断加快,2000—2015 年功能变化动态度依次为 60.7%、76.7% 和 109.5%;社会功能不断增长,由 1995 年 0.801 增至 2015 年 3.417,功能变化动态度依次为 40.6%、44.2%、20.5% 和 74.6%;生态功能总体为下降态势,由 1995 年 1.726 降为 2015 年 1.436,其中 1995—2010 年下降速度不断加快,功能变化动态度依次为 -6.9%、-17.3% 和 -16.8%,而 2010—2015 年为上升状态。总体来看,1995—2010 年,随着国家西部大开发战略、甘肃省"中心带动、两翼齐飞、组团发展、整体推进"区域战略、兰州市"再造兰州"等多项战略的实施,兰州市加快各领域改革,社会经济迅速发展。同时,土地利用活动活跃,土地利用经济和社会功能极大促进了土地利用总功能的发展。但是快速发展的社会经济、无序的开发、不合理的土地利用等造成了兰州市生态功能不断下降,成为土地利用总功能增长的掣肘。随着生态理念的重视,兰州市 2010—2015 年生态功能得到恢复,土地利用总功能得到加速提高。

另外,分别计算了功能标准差和功能变化优势度(表 2)。1995—2010 年功能标准差不断减小,由0.525降为 0.370。1995—2010 年经济和社会功能不断上升,而生态功能随着社会经济快速发展一直在下降。由此土地功能间的差异逐渐减小,功能间协调性在上升。而 2010—2015 年,功能标准差增至 0.815,经济、社会功能的快速发展与生态功能差距越来越大,功能间协调性下降。1995—2015 年功能变化优势度经历波浪式下降,由 0.718 降为 0.511。土地利用功能日益多元化且功能重心由社会功能变为经济功能。1995—2000 年,社会功能动态变化度为 40.6%,表明在此期间土地利用表现为以实现社会稳定发展的社会功能;2000—2015 年经济功能动态变化度分别为 60.1%、76.7% 和 109.5%,土地利用表现为促

表 2 兰州市土地利用多功能标准差及变化优势度

Tab. 2 Standard deviation and change dominance of land use functions in Lanzhou

层次	功能标准差		功能变化优势度	
单项功能	1995 年	0.525	1995—2000 年	0.718
	2000 年	0.476	2000—2005 年	0.495
	2005 年	0.379	2005—2010 年	0.673
	2010 年	0.370	2010—2015 年	0.511
	2015 年	0.815		

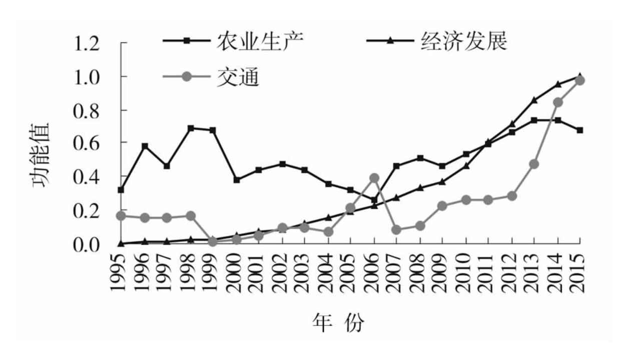


图 3 经济功能变化

Fig. 3 Change of economic function

进经济发展的经济功能。

2.2 各项土地功能变化分析

2.2.1 经济功能 由图 3 看出,兰州市农业发展、经济发展和交通功能总体为上升态势。农业发展功能经历波浪式小幅下降后持续上升,1995—2006 年兰州市城市化进程加快,耕地被大量占用,大量农民涌入城市,人均粮食拥有量由 109 kg·人$^{-1}$减至 95.7 kg·人$^{-1}$,土地复垦率由 16.7% 减至 15.9%,农业生产功能退化。2006 年后随着传统农业向现代农业转型,农业新技术的推广,农业税的减免等,2015 年粮食总产量达到 45.9×10^{4} t,粮食单产由 16 541 kg·hm^{-2}提高到 24 919 kg·hm^{-2},农业生产功能提高。兰州市经济随改革开放一直处于增长状态,1995—2015 年 GDP 由 211×10^{8} 元增至 2 095×10^{8} 元,经济密度由 433×10^{4} 元·km^{-2}增至1 602×10^{4} 元·km^{-2}。随着国家推行西部大开发战略,兰州市充分利用丝绸之路经济带节点城市和西北交通枢纽的优势,不断引进外资,同时大力发展自主产业,经济发展功能持续提高。交通基础设施对城市发展具有强力支撑作用,交通功能经历两次 U 型上升,"再造兰州"计划使得兰州市交通基础设施建设迅速发展,兰州市"139"道路网和"321"环城公路网建设,轨道交通 1 号线、2 号线一期工程正在建设。同时,已建成多条高铁道路,中川机场升级为国际机场。兰州市逐渐形成便捷高效一体化的交通体系,交通功能不断提升。

2.2.2 社会功能 由图 4 看出,兰州市就业、社会保障、居住家园和文化休闲功能总体为上升态势。就业功能经历 N 型变化,1995—2000 年就业功能上升主要得力于城镇失业率降低,而随着社会经济转型加剧,产业结构调整使得城镇失业人数增加,从业人员密度下降,促使2000—2007年就业功能下降。

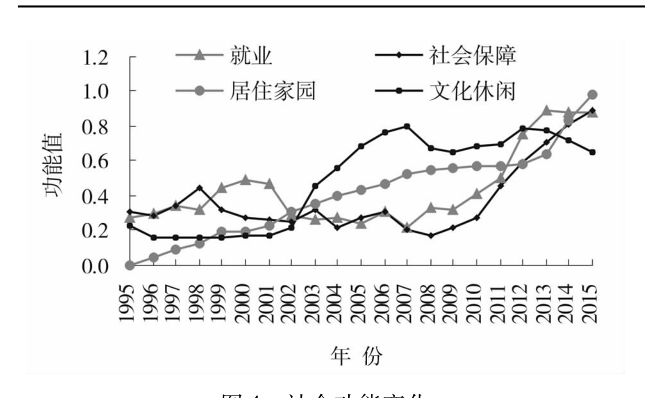


图4　社会功能变化

Fig. 4　Change of social function

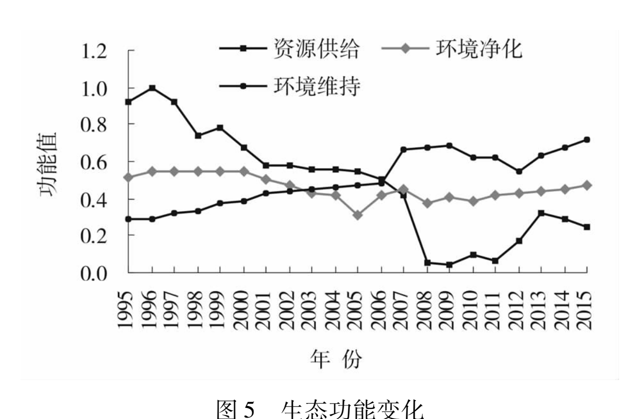


图5　生态功能变化

Fig. 5　Change of ecological function

2007—2015 年兰州市全力推动就业，积极培育创业主体，建立"兰州创业大学"等。城镇失业率由 3.2% 降至 1.77%。兰州市产业结构不断优化升级，由 6 : 60 : 34 变为 2.7 : 37.8 : 59.5，第三产业显著发展，大幅吸收农村和城市剩余人口，就业功能不断发展。社会保障功能经历了先降低后提高的过程。1995—2008 年城乡收入平衡指数和千人拥有的卫生机构床位数减少是社会功能下降的主要原因。随着十二五规划的完成，兰州市加快城乡一体化建设，缩小了二元结构差距，城乡收入平衡指数从 31.8% 提高到 35.5%。医疗资源逐渐丰富，千人拥有的卫生机构床位数从 4.5 张提高到5.8张，社会保障功能得到提升，随着居住家园功能也日益增长。兰州市人口城镇化率不断攀升，1995—2015 年由 53% 提高到 66.5%，不仅居于甘肃省前列，而且高于同年全国城镇化率。城镇人均居住面积也从 7.3 m^2 提高到 34.7 m^2，人民居住生活条件得到改善。文化休闲功能经历了先增加后减少的过程。1995—2007 年城市人均绿化面积、建成区绿化覆盖率、人均公共图书馆藏书册数都不同程度增加，但是 2007—2015 年建成区绿化覆盖率和人均公共图书馆藏书册数减少造成文化休闲功能降低。随着城市发展，城市绿化没有跟上城市建设的速度，亟需重视城市绿化。现代互联网广泛普及，人们越来越习惯使用电子产品来获取信息，图书馆发展受到时代影响。

2.2.3　生态功能　由图 5 看出，兰州市资源供给和环境净化功能总体为下降态势，而环境维持功能为上升状态。1995—2008 年资源供给功能持续退化，随着人口数量增加和耕地数量减少，人均耕地面积从0.08 $hm^2 \cdot$ 人$^{-1}$减至0.06 $hm^2 \cdot$ 人$^{-1}$，同时，水资源不断减少，由 105.9 $m^3 \cdot$ 人$^{-1}$减至 31.7 $m^3 \cdot$ 人$^{-1}$。2008—2015 年，随着对水资源的保护和猪牛羊肉的丰产，资源供给功能得到恢复。1995—2005 年单位耕地化肥使用量持续增加和工业固体废物不断排放导致了环境净化功能不断下降，而 2005—2015 年随着兰州市加大治理大气污染力度，SO_2 浓度不断下降，2015 年 SO_2 年平均浓度降至 23 $\mu g \cdot m^{-3}$，使得环境净化功能得以提升。生态维持功能总体为上升状态。兰州市已建设吐噜沟国家森林公园、官鹅沟森林公园、兴隆山森林公园等多个森林公园，森林覆盖率提高到 2015 年的 16.19%。兰州加大水土流失的治理力度，从 279.51 × 10^3 hm^2 增至 396.50 × 10^3 hm^2。

2.3　土地利用功能障碍度分析

由表 3 可知，各功能障碍度随时间发生不同的变化。1995—2002 年社会功能是影响土地利用障碍度较高的功能。其中经济发展、交通、就业、居住家园、文化休闲和环境净化功能是障碍度比较大的单项功能。2003—2015 年生态功能逐渐成为影响土地利用障碍度较高的功能，其中农业生产、文化休闲、资源供给、环境净化和环境维持逐渐成为障碍度比较大的单项功能。可知兰州市在 1995—2002 年大力发展社会经济，社会保障不断完善、人民安居乐业、精神文明极大发展，而经济仍需要大力发展以满足人们日益增长的物质需求。2003 年之后，随着社会经济快速发展，以牺牲生态环境为代价的发展方式逐渐在生态层面显现弊端（图 6）。兰州市本来生态环境脆弱，现在生态环境形势变得更不容乐观。长远来看，生态环境问题成为未来兰州发展的最大制约因素，生态功能急需被重视和发展起来。

表 3　兰州市土地利用多功能障碍度

Tab. 3　Obstacle degree of land use functions in Lanzhou

年份	农业生产	经济发展	交通	就业	社会保障	居住家园	文化休闲	资源供给	环境净化	环境维持
1995	0.048	0.129	0.113	0.112	0.083	0.116	0.077	0.000	0.252	0.071
1996	0.025	0.133	0.120	0.113	0.086	0.116	0.095	0.007	0.232	0.072
1997	0.036	0.135	0.122	0.107	0.079	0.112	0.096	0.013	0.235	0.066
1998	0.017	0.138	0.125	0.114	0.062	0.112	0.098	0.028	0.242	0.066
1999	0.019	0.136	0.144	0.096	0.083	0.102	0.097	0.025	0.241	0.059
2000	0.044	0.132	0.143	0.084	0.090	0.101	0.093	0.033	0.225	0.057
2001	0.040	0.128	0.137	0.091	0.090	0.094	0.090	0.040	0.240	0.050
2002	0.037	0.124	0.128	0.116	0.090	0.083	0.084	0.039	0.250	0.049
2003	0.041	0.123	0.131	0.120	0.083	0.079	0.056	0.041	0.278	0.048
2004	0.048	0.118	0.135	0.117	0.099	0.073	0.048	0.040	0.275	0.047
2005	0.049	0.110	0.111	0.117	0.087	0.065	0.033	0.039	0.346	0.043
2006	0.061	0.117	0.094	0.120	0.093	0.068	0.026	0.049	0.324	0.047
2007	0.043	0.107	0.140	0.136	0.107	0.055	0.021	0.057	0.306	0.029
2008	0.038	0.093	0.133	0.105	0.113	0.048	0.033	0.084	0.327	0.026
2009	0.043	0.091	0.118	0.113	0.108	0.049	0.038	0.088	0.327	0.026
2010	0.039	0.080	0.119	0.099	0.104	0.048	0.035	0.087	0.355	0.035
2011	0.037	0.065	0.129	0.088	0.082	0.053	0.036	0.097	0.375	0.038
2012	0.034	0.051	0.139	0.045	0.068	0.057	0.026	0.096	0.422	0.062
2013	0.030	0.030	0.108	0.021	0.056	0.059	0.032	0.098	0.510	0.058
2014	0.033	0.013	0.032	0.026	0.040	0.030	0.059	0.121	0.589	0.056
2015	0.048	0.000	0.006	0.023	0.025	0.002	0.089	0.143	0.620	0.045

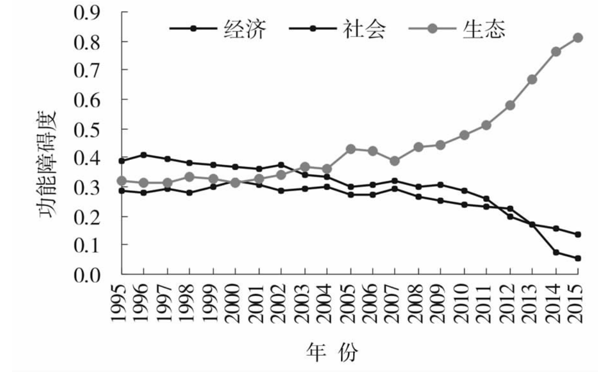


图 6　兰州市经济、社会和生态功能障碍度

Fig. 6　Obstacle degree of economic、society and ecologicalfunction in Lanzhou

3　讨 论

本文以兰州市为研究对象,通过构建经济、社会、生态三维指标体系对兰州市土地利用多功能进行评价,从时间角度探讨了 1995—2015 年兰州市土地利用多功能的变化及功能障碍度情况。结果表明兰州市土地利用总功能持续上升,土地利用功能日趋多元化,但功能间协调性呈现先下降后上升趋势。这与王枫[11]、张路路等[9]人对广州市、唐山市、湖南省等东部地区土地利用总功能评价和协调性变化结果相似。随着对土地投入的不断增加,土地利用总功能不断上升,现实发展需求引导土地利用多功能向多元化发展,但是由于要素投入的不均衡性使得不同功能发展必然面临协调性下降问题。然而兰州市土地的生态功能却呈现了与东部城市不同的变化趋势,处于不断下降状态,这与张晓平等[15]和张乐敏[16]分别对西藏和青海土地利用生态功能评价结果相似。西部地区生态环境脆弱、承载力差,经济社会的快速发展极易产生对生态环境的破坏。因此,极其有必要对西部城市进行土地利用多功能评价,从而更科学的揭示不同区域土地不同功能的变化。同时,吴晓英等[17]对兰州市生态城市建设评价结果显示兰州市生态化程度处于较低水平,而且随着时间变化,周文霞等[18]和康玲芬等[19]发现兰州市社会经济快速发展,生态环境发展相对滞后,其生态服务价值下降,这与本文研究结果一致,说明本文研究比较符合兰州市发展现状。另外,本文采用的基于多目标决策分析的改进 TOPSIS 法已在土地集约利用评价、土地利用效益研究、土地生态安全评估、土地利用结构合理性等多个方面进行应用,而本文首次将改进 TOPSIS 法应用于土地利用多功能评价,其评价结果较客观的反映了兰州市土地利用多功能

实际变化情况,能为兰州市土地可持续利用提供科学的参考。然而,由于土地利用多功能变化不仅具有时间上的动态变异性,更有空间分异性。因此,从时空角度研究土地利用多功能的演变,进而探索背后的驱动机理是未来的研究方向。

4 结 论

(1) 1995—2015 年兰州市土地利用总功能不断提高,功能协调性经历先下降后上升,功能日趋多元化,功能重心由社会功能变为经济功能。经济功能和社会功能都逐渐进入快速提升阶段,而生态功能经历不断下降后缓慢上升过程。

(2) 经济和社会功能障碍度随时间均在下降,而生态功能障碍度不断上升,并且成为土地利用功能中障碍度最大的功能,未来兰州市生态功能成为可持续发展的最大制约因素。另外从经济和社会功能来看,农业生产和文化休闲功能障碍度依然很大。

(3) 土地利用多功能随时间变化,呈现明显的动态变异性。通过土地利用多功能评价,可掌握其变化差异,发现区域退化或不协调的土地功能,并分析其影响因素,可为区域土地利用行为进行指导,从而更好地实现土地多功能利用。兰州市今后应重点提升生态功能,关注经济、社会功能中的短板单项功能——农业生产和文化休闲功能,提高功能间协调性,实现土地多功能利用和可持续发展。

参考文献(References)

[1] 刘超,许月卿,孙丕苓,等. 土地利用多功能性研究进展与展望[J]. 地理科学进展,2016,35(9):1087 – 1099. [LIU Chao, XU Yueqing, SUN Piling, et al. Progress and prospects of multi-functionality of land use research[J]. Progress in Geograph, 2016, 35(9):1087 – 1099.]

[2] 鲁春霞,谢高地,马蓓蓓,等. 中国区域发展过程的空间多功能利用演变[J]. 资源科学,2009,31(4):531 – 538. [LU Chunxia, XIE Gaodi, MA Beibei, et al. The evolution of multifunctional use of space in the process of regional development in China[J]. Resources Science, 2009, 31(4):531 – 538.]

[3] 陈睿山,蔡运龙,严祥,等. 土地系统功能及其可持续性评价[J]. 中国土地科学,2011,25(1):8 – 15. [CHEN Ruishan, CAI Yunlong, YAN Xiang, et al. The functions of land system and its sustainability assessment[J]. China Land Sciences, 2011, 25(1): 8 – 15.]

[4] RENETZEDER C, EUPEN, MUCHER C A, et al. Sustainability impact assessment of land use changes[J]. Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes, 2008, 33(4):159 – 180.

[5] PEREZ-SOBA M, PETIT S, JONES L, et al. Land use functions: A multifunctionality approach to assess the impact of land use changes on land use sustainability[M]//HELMING K, PEREZ-SOBA M, TABBUSH P, Sustainability impact assessment of land use changes. Berlin: Springer, 2008.

[6] GROOT R D. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes[J]. Landscape & Urban Planning, 2006, 75(3):175 – 186.

[7] HELMING K, DIEHL K, KUHLMAN T, et al. Ex ante impact assessment of policies affecting land use, Part B: Application of the analytical framework[J]. Ecology and Society, 2011, 16(1):634 – 637.

[8] 甄霖,曹淑艳,魏云洁,等. 土地空间多功能利用:理论框架及实证研究[J]. 资源科学,2009,31(4):544 – 551. [ZHEN Lin, CAO Shuyan, WEI Yunjie, et al. Land use functions: Conceptual framework and application for China[J]. Resources Science, 2009, 31(4):544 – 551.]

[9] 张路路,郑新奇,原智远,等. 基于全排列多边形综合图示法的唐山市土地利用多功能性评价[J]. 中国土地科学,2016,30(6):23 – 32. [ZHANG Lulu, ZHENG Xinqi, YUAN Zhiyuan, et al. Assessment on multi-functionality of land use based on the entire-array-polygon indictor method in Tangshan[J]. China Land Sciences, 2016, 30(6):23 – 32.]

[10] 张路路,郑新奇,蔡玉梅,等. 基于全排列多边形图示指标法的湖南省土地多功能性评价[J]. 水土保持研究,2016,23(5):298 – 309. [ZHANG Lulu, ZHENG Xinqi, YUAN Zhiyuan, et al. Assessment on multi-functionality of land use based on the entire-array-polygon indictor method in Hunan[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2016, 23(5):298 – 309.]

[11] 王枫,董玉祥. 基于灰色关联投影法的土地利用多功能动态评价及障碍因子诊断——以广州市为例[J]. 自然资源学报,2015,30(10):1698 – 1713. [WANG Feng, DONG Yuxiang. Dynamic evaluation of land use functions based on grey relation projection method and diagnosis of its obstacle indicators: A case study of Guangzhou City[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(10):1698 – 1713.]

[12] 杜国明,孙晓兵,王介勇. 东北地区土地利用多功能性演化的时空格局[J]. 地理科学进展,2016,35(2):232 – 244. [DU Guoming, SUN Xiaobing, WANG Jieyong. Spatiotemporal patterns of multi-functionality of land use in Northeast China[J]. Progress in Geography, 2016, 35(2):232 – 244.]

[13] MAIER L, SHOBAYASHI M. Multifunctionality: Towards an analytical framework[M]. Paris: OECD, 2001.

[14] 李广东,方创琳. 城市生态 – 生产 – 生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报,2016,71(1):49 – 65. [LI Guangdong, FANG Chuanglin. Quantitative function identification and analysis of urban ecological-production-living spaces[J]. Acta Geographica

Sinica,2016,71(1):49 - 65.]

[15] 张晓平,朱道林,许祖学. 西藏土地利用多功能性评价[J]. 农业工程学报,2014,30(6):185 - 194. [ZHANG Xiaoping, ZHU Daolin, XU Zuxue. Assessment on multi-functionality of land use in Tibet[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2014,30(6):185 - 194.]

[16] 张乐敏. 青海省海晏县土地利用多功能评价[D]. 北京:中国地质大学,2012. [ZHANG Lemin. Assessment on land use multi-function in Haiyan County, Qinghai Province[D]. Beijing: China University of Geosciences,2012.]

[17] 吴晓英,李丁,王翠云,等. 城市综合生态质量评价探讨——以兰州市为例[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(2):22 - 26. [WU Xiaoying, LI Ding, WANG Cuiyun, et al. A discussion on the evaluation of the quality of comprehensive ecology[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment,2007,21(2):22 - 26.]

[18] 周文霞,石培基,王永男,等. 河谷型城市生态系统服务价值效应——以兰州为例[J]. 干旱区研究,2017,34(1):232 - 241. [ZHOU Wenxia, SHI Peiji, WANG Yongnan, et al. Effect of ecosystem service values of river valley city: A case study of Lanzhou[J]. Arid Zone Research,2017,34(1):232 - 241.]

[19] 康玲芬,李明涛,李开明. 城市生态 - 经济 - 社会复合系统协调发展研究——以兰州市为例[J]. 兰州大学学报(社会科学版),2017,45(2):168 - 172. [KANG Lingfen, LI Mingtao, LI Kaiming. Coordinated development of urban ecology-economy-society compound System: A case study of Lanzhou[J]. Journal of Lanzhou University (Social Sciences),2017,45(2):168 - 172.]

Multi-functional evaluation on land use in Lanzhou City based on the improved TOPSIS

ZHANG Yi-da[1], LIU Xue-lu[2], FAN Ya-hong[3], LIU Yong-kang[1]

(1 *College of Management, Gansu Agricultural University, Lanzhou* 730070, *Gansu, China*;

2 *College of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou* 730070, *Gansu, China*;

3 *College of Urban Economics and Public Administration, Capital University Of Economics and Business, Beijing* 100000, *China*)

Abstract: Based on sustainable land use, this paper uses the improved TOPSIS method to evaluate the land use multi-functional changes and functional disturbances in Lanzhou City, Gansu Province, China from 1995 to 2015 to illustrate the characteristics and laws of those changes. The results can be summarized as follows: (1) The total land use function in Lanzhou shows a rising trend. The harmony of land use functions had experienced a decline at the beginning and a rise thereafter, and the functions had become increasingly diversified and the functional focus has been changed from social function to economic function. (2) Both economic and social functions had entered a period of rapid improvement, while the ecological function has experienced a gradual decline and followed by a slow rise. (3) The degree of economic and social dysfunction had been decreased over time, while the degree of ecological dysfunction has been on the rise and become the most obstacle of land use functions. Based on the analysis, we suggest that the focus of land use in Lanzhou in the future should be paid on uplifting the ecological function and improving the agricultural production and cultural leisure functions which are the letdowns in the economic and social functions as well as improving the coordination between land use functions.

Key words: land use; multi-functional land use; improved TOPSIS; barrier degree; Lanzhou City